

AA

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-065935

(43)Date of publication of application : 10.03.1995

(51)Int.Cl.

H05B 3/20  
// H05B 3/74

(21)Application number : 05-211607

(71)Applicant : NGK INSULATORS LTD

(22)Date of filing : 26.08.1993

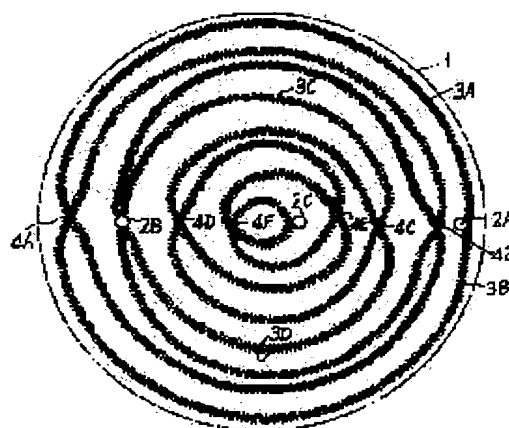
(72)Inventor : USHIGOE RYUSUKE  
SAKON JUNJI  
UMEMOTO KOUICHI

## (54) CERAMIC HEATER

## (57)Abstract:

PURPOSE: To prevent generation of pores likely caused by ceramic powder not reaching the part of each resistor body having a large radius of curvature.

CONSTITUTION: A ceramic heater includes a base 1 made of a dense ceramic substance, thin and long resistor bodies 3A, 3B, 3C, 3D embedded in the base 1, and a plurality of terminals 2A, 2B, 2C connected with the resistor bodies. Inside the base 1, the resistor bodies 3A, 3B intersect at points 4A, 4B three-dimensionally, while the resistor bodies 3C, 3D intersect three-dimensionally at points 4C, 4D, 4E, 4F. This eliminates a large radius of curvature part of resistor body.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 15.05.1995

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2706213

[Date of registration] 09.10.1997

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-65935

(43) 公開日 平成7年(1995)3月10日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 5 B 3/20	3 5 6			
// H 0 5 B 3/74		7715-3K		

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平5-211607

(22) 出願日 平成5年(1993)8月26日

(71) 出願人 000004064

日本碍子株式会社

愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号

(72) 発明者 牛越 隆介

愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日

本碍子株式会社内

(72) 発明者 左近 淳司

愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日

本碍子株式会社内

(72) 発明者 梅本 健一

愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日

本碍子株式会社内

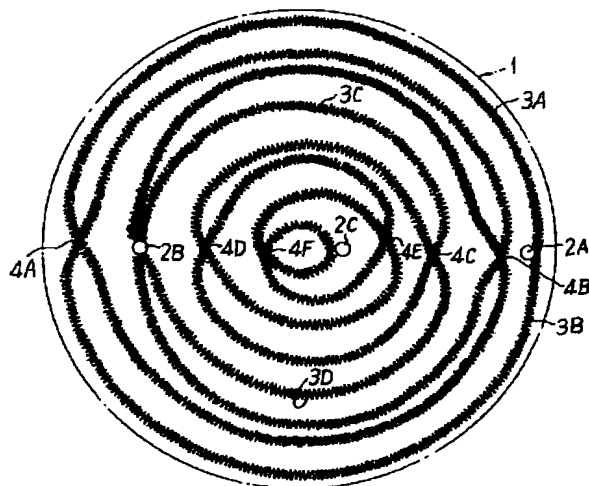
(74) 代理人 弁理士 杉村 暁秀 (外5名)

(54) 【発明の名称】 セラミックスヒーター

(57) 【要約】

【目的】 抵抗体の曲率が大きな部分にセラミックス粉末が回り込まないことによる気孔が、発生しないようにすることである。

【構成】 セラミックスヒーターが、緻密質セラミックスからなる基体1、基体1の内部に埋設された細長い抵抗体3A、3B、3C、3D及びこの抵抗体に接続された複数の端子2A、2B、2Cを有する。基体1の内部で、抵抗体3Aと3Bとが交差点4A、4Bで三次元的に交差し、抵抗体3Cと3Dとが交差点4C、4D、4E、4Fで三次元的に交差している。各抵抗体を三次元的に交差させることにより、抵抗体の曲率が大きな部分がなくなった。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】緻密質セラミックスからなる基体、この基体の内部に埋設された細長い抵抗体及びこの抵抗体に接続された複数の端子を有するセラミックスヒーターであって、前記基体の内部で前記抵抗体が三次元的に交差していることを特徴とするセラミックスヒーター。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、プラズマ CVD、減圧 CVD、プラズマエッチング、光エッチング装置等において好適に使用できるセラミックスヒーターに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来、半導体製造装置における熱源としては、いわゆるステンレスヒーターや、間接加熱方式によるものが一般的であった。しかし、これらの熱源を用いると、ハロゲン系腐食性ガスの作用によってパーティクルが発生したり、熱効率が悪いといった問題があった。本発明者は、高融点金属線を円盤状のセラミックス基体内に埋設してセラミックスヒーターを作成し、これを減圧 CVD、プラズマ CVD 等の半導体製造装置の加熱源にすることを検討した。この結果、上記したパーティクルの発生や、熱効率の悪化といった問題は解決された。

【0003】こうしたセラミックスヒーターの製造工程例を、図 4 を参照しつつ概略的に説明する。まず高融点金属線を巻回して巻回体 23 を得、巻回体 23 の両端に端子 22A、22B を接合する。一方、プレス成形機内にセラミックス粉末を仕込み、ある程度の硬さになるまで予備成形する。この際、予備成形体の表面に、所定の平面的パターンに従って、凹部ないし溝を設ける。巻回体 23 をこの凹部ないし溝に収容し、この上に更にセラミックス粉末を充填する。セラミックス粉末を一軸加圧成形して円盤状成形体を作成し、円盤状成形体をホットプレス焼結させ、円盤状基体 1 を得る。ただし、図 4 においては、巻回体 23 の平面的埋設パターンの典型例を示すため、円盤状基体 1 は一点鎖線で示した。

【0004】こうした型のセラミックスヒーターにおいては、基体に埋設された端子 22A、22B に電力供給部材を接続し、この電力供給部材を半導体製造装置の外に出し、交流又は直流の電力を供給する必要がある。各端子と各電力供給部材とは、機械的に結合するか、又は高融点接合層を介して接合する。半導体製造装置内には、往々にしてハロゲン系腐食性ガス等の腐食性ガスが導入されるので、端子 22A、22B と、これらに対応する各電力供給部材とを、それぞれ半導体製造装置内の腐食性ガスから保護するため、保護管内にこれらを収容する必要がある。通常、こうした保護管は耐蝕性セラミックスで形成し、各保護管を基体 1 に気密に接合する。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、こうした保護管と基体 1 とを接合する場合、この接合部分が半導体製造装置内で高温に曝されること、保護管や基体 1 の材料が窒化物系セラミックス等の特殊な材料であることから、適当な接合材が乏しく、十分に大きな接合強度を得ることが困難であるため、非常に煩雑な接合工程が必要である。そして、巻回体 23 の配置パターンは、通常、平面的に見て図 4 に示すように、略渦巻き形状になる。従って、必然的に、一方の端子 22A が最外周に位置すると、他方の端子 22B は中央に位置する。この結果、基体 1 の最外周部分と中央部分との両方で、端子 22A、22B のそれぞれについて、保護管を基体 1 に接合し、保護管の内部に各端子及び電力供給部材を収容している。

【0006】本発明者は、こうした煩雑な保護管の接合工程を省略するため、図 5 (a) に示すような平面的パターンに、巻回体 13 を埋設することを検討した。ただし、図 5 (a) においては、基体 1 を一点鎖線で表示し、平面的パターンを見やすくするため、巻回体 13 を便宜上直線で表示した。端子 12A、12B は基体 1 の中央部分に設けられ、巻回体 13 の端部がそれぞれ端子に接続されている。

【0007】巻回体 13 の全体は、図 5 (a) における垂直線に対してほぼ線対称に配置されている。互いに直径の異なる複数の同心円状部分 13a が、線対称をなすように配列され、同心円の直径方向に隣り合う各同心円状部分 13a が、それぞれ連結部分 13b によって連絡している。最外周の連結部分 13b が、ほぼ 1 周する円形部分 13c に連結されている。この結果、共に中央部にある一対の端子 12A と 12B とが、巻回体 13 によって直列に接続される。端子 12A と 12B とは、共に一つの保護管内に収容することができる。

【0008】しかし、こうした平面的パターンであると、直径方向に隣り合う同心円状部分 13a の連結部分 13b で、巻回体が計 180° も方向転換する。この結果、図 5 (b) に示すように、方向転換部分 15 の曲率が大きくなり、非常に大きく変形する。特に、巻回体 13 は、金属線が螺旋状ないしコイル状に成形されたものなので、方向転換部分 15 の特に内側でこのコイルの密度が極端に大きくなる。

【0009】この結果、コイルのピッチが極端に小さくなるので、セラミックス粉末内に巻回体 13 を設置したときに、この部分に粉末が入らず、焼結後に気孔が生ずると共に焼結時に残留応力を生ずる。この気孔の部分は、熱が集中し易いので、ホットスポット、巻回体 13 の断線の原因になる。

【0010】本発明の課題は、緻密質セラミックスからなる基体、この基体の内部に埋設された細長い抵抗体及びこの抵抗体に接続された複数の端子を有するセラミックスヒーターにおいて、この抵抗体の曲率が大きな部分

を無くすことにより、この部分に気孔が発生しないようにすることである。

#### 【0011】

【課題を解決するための手段】本発明のセラミックスヒーターは、緻密質セラミックスからなる基体、この基体の内部に埋設された細長い抵抗体及びこの抵抗体に接続された複数の端子を有しており、基体の内部で抵抗体が三次元的に交差していることを特徴とする。

#### 【0012】

【作用】本発明のセラミックスヒーターによれば、抵抗体の平面的パターンにおいて、抵抗体の曲率が大きくなる方向転換部分で、抵抗体の方向を転換させずに、抵抗体を三次元的に交差させることができる。これにより、抵抗体の曲率が大きな部分をなくすることができる。

#### 【0013】

【実施例】図1は、本発明の実施例に係るセラミックスヒーターを模式的に示す平面図である。巻回体の平面的パターンを見やすくするため、基体1は一点鎖線で示した。このセラミックスヒーターは、外周側端子2A、中間端子2B及び中央部端子2Cを備えている。外周側端子2Aと中間端子2Bとの間には、一対の巻回体3Aと3Bとによって電気的に接続されている。巻回体3Aと3Bとは、交差点4Aと4Bとで交差している。交差点4Aは端子2Aのほぼ反対側にあり、交差点4Bは交差点4Aのほぼ反対側にある。

【0014】中間端子2Bと中央部端子2Cとの間には、一対の巻回体3Cと3Dとによって電気的に接続されている。巻回体3Cと3Dとは、交差点4C、4D、4E、4Fで交差している。交差点4C、4Eは端子2Bのほぼ反対側にあり、交差点4D、4Fは交差点4E、4Cのほぼ反対側にある。

【0015】図1においてほぼ水平の直線を中心として、巻回体3Aと3Bとは、ほぼ線対称であり、巻回体3Cと3Dとはほぼ線対称である。各交差点において、各巻回体同士が接触していてもよく、間隔があってもよい。

【0016】本実施例では、巻回体3Aと3B、3Cと3Dを、それぞれ三次元的に交差させることにより、巻回体の曲率が大きな部分をなくすることができる。仮に各巻回体を交差させないとすると、図5に示すように、曲率の大きな方向転換部分15が必然的に発生する。

【0017】また、図4に示す従来例の平面的パターンでは、この平面のX軸、Y軸のいずれに対しても、巻回体23の平面的パターンが線対称にならない。これに対し、図1に示す本例の平面的パターンによれば、図1においてほぼ水平の直線を中心として、巻回体3Aと3Bとがほぼ線対称であり、巻回体3Cと3Dとがほぼ線対称である。従って、基体1の加熱面における各部分の温度差を少なくすることができる。

【0018】また、マグネトロンスパッタ等の、磁界を

使用した半導体製造装置においては、セラミックスヒーターから磁界が発生すると悪影響がある。この点、図1に示す平面的パターンであれば、上記のように各巻回体が線対称になっているので、各巻回体から生ずる磁界が互いに打ち消しあう。即ち、本例のセラミックスヒーターに電力を供給しても磁界が発生しない。

【0019】最近、半導体製造装置等において製造量を増大させるため、ヒーターの大型化が進んでいる。これに伴い、セラミックスヒーター内の巻回体の全長を大きくする必要がある。しかし、巻回体が長くなると、金属線の全長が長くなり、その全抵抗値が増大する。一方、巻回体の各部分での発熱量は、その部分での抵抗率と電流とに依存する。巻回体の抵抗値が増大すると、駆動電圧の大きさが一定であれば、電流の大きさが減少し、所定の発熱量が得られなくなる。

【0020】この問題を解決するためには、巻回体を構成する金属線の直径を大きくし、巻回体の抵抗値を下げ、電流を増大させることが考えられる。しかし、巻回体は、構造的にみると、セラミックス内の構造欠陥であるため、巻回体の金属線の直径を大きくすると、基体1の強度、耐久性が低くなり、セラミックスヒーターの寿命が短くなる。

【0021】この点、本例では、巻回体3Aと3Bとが並列に接続され、巻回体3Cと3Dとが並列に接続されている。従って、各巻回体の長さが同じであるとしても、巻回体が直列に接続されている場合に比べて、同じ電圧の駆動電源を用いて、合計で4倍の長さの巻回体について所定の発熱量を得ることができる。これにより、セラミックスヒーターの大面積化に対応することができる。

【0022】なお、巻回体3Aと3Bとを交差点4A、4Bで接触させ、巻回体3Cと3Dとを交差点4C、4D、4E、4Fで接触させてもよい。この場合、各交差点で巻回体に電位差があると、接触した巻回体の間で電流が発生し、図1において上側と下側とで電流の大きさが食い違うことになる。従って、交差点までの各巻回体の抵抗値が同じになるようにすべきである。

【0023】基体1の材質としては、窒化珪素、サイアロン、窒化アルミニウム等の窒化物系セラミックスが好ましい。窒化珪素やサイアロンが、耐熱衝撃性の点で好ましい。窒化アルミニウムは、 $\text{AlF}_3$ 等のハロゲン系腐食性ガスに対して耐性が高いので好ましい。巻回体を構成する高融点金属としては、タングステン、モリブデン、白金等を使用することが好ましい。

【0024】以下、図1に示すセラミックスヒーターの試作例を述べる。8インチウエハーに対応するため、ヒーターの直径は208mmとした。ヒーターの厚さは15mmとした。このセラミックスヒーターの仕様を以下に示す。

【0025】

【表1】

埋設前の巻回体の仕様		
項目	内側ゾーン	外側ゾーン
並列接続時の合成抵抗 (室温)	0.75 $\Omega$	1.08 $\Omega$
巻回体1体当たりの抵抗値	1.5 $\Omega$	2.16 $\Omega$
巻回体の全長 (mm)	550	783
巻回体の平均直径 (mm)	3.2	3.2
巻回体のピッチ (mm)	2.0	2.0
巻回体における巻き数	275	391.5
巻回体を構成する高融点		
金属線の全長 (mm)	2820	4013
高融点金属線の直径 (mm)	0.4	0.4
巻回体を埋設した後の抵抗値		
室温	1.4 $\Omega$	2.3 $\Omega$
1000°C	4.5 $\Omega$	6.9 $\Omega$
1000°Cにおける電力	2.2 KW	5.1 KW
1000°Cにおける電流	22 A	27 A

【0026】上記の仕様においては、200Vの交流電源による駆動が必要であるため、埋設後の各巻回体の抵抗値が、最高使用温度1000°Cで7 $\Omega$ 以下となるように設定し、室温で2.5 $\Omega$ 以下となるように設定した。仮に、外周側端子2Aと中間端子2B、中間端子2Bと中央部端子2Cとを、それぞれ巻回体によって直列に接続した場合は、巻回体の長さが2倍になり、かつ巻回体の長さが同じであっても直列接続の場合には並列接続の場合に比べて抵抗値が2倍になるので、巻回体の抵抗値が4倍になる。これは、200Vの交流電源では駆動させることができない。特に外側ゾーンの駆動は困難である。

【0027】巻回体の抵抗値を下げるのには、巻回体のピッチを大きくすること、高融点金属線の直径を大きくすることが考えられる。しかし、巻回体の表面積当たりの発熱量が100W/mm<sup>2</sup>を越えると、ヒーターの耐久性が低下するため、ピッチを大きくすることには制約がある。また、セラミックスの強度等を一定に保つためには、高融点金属線の直径を0.8mm以下とする必要があった。

【0028】こうして製造したセラミックスヒーターについて、1000°Cと室温との間の熱サイクルを繰り返しかけたところ、400回熱サイクルをかけた後でも断線、クラック等の異常は見られなかった。これは、巻回体に曲率の大きな部分がないことに加え、巻回体の表面積当たりの発熱量が100W/mm<sup>2</sup>未満になるように巻回体のピッチを設定し、高融点金属線の直径を0.8mm以下にしたからである。

【0029】また、基体1の加熱面の各点の温度を測定したが、平均温度700°Cで標準偏差2.1°Cの均熱性を実現できた。また、加熱面（半導体ウェハーの設

置面)について磁界を測定したが、この設置面のすべての位置について検出限界以下（磁束密度0.1mT未満）であった。

【0030】図2、図3に示すセラミックスヒーターにおいては、端子2D、2Eが共に基体1の中央部にある。巻回体3Eの一端が端子2Eに接続され、巻回体3Eの他端が結合子6に接続される。ただし、図3においては、巻回体3Eの断面を示すのにあたり、便宜上、高融点金属線を黒線で示し、高融点金属線の螺旋形状を透視してみた円形として示した。

【0031】巻回体3Eの最外周は、基体1の外周部からの放熱を補填し、外周部の温度低下を防止するため、ピッチの大きさがその他の部分の1/2になっている。結合子6と端子2Dとが、略直線状のワイヤー5によって接続され、この結果、端子2Dと2Eとが直列に接続される。ワイヤー5は、巻回体3Eと、交差点14A、14B、14C、14D、14E、14F、14Gにおいて交差する。この際、図3に示すように、ワイヤー5が巻回体3Eに接触しないように、巻回体3Eの上に渡され、ワイヤー5と巻回体3Eとが絶縁される。

【0032】本例では、端子2Dと2Eとが共に基体1の中央部に位置しているため、この中央部分のみで、電力供給部材の端子への接続、端子の保護を行えばよく、従ってこの接続場所が1か所で済む。そして、抵抗体であるワイヤー5と巻回体3Eとを三次元的に交差させることで、図5に示す巻回体13のような曲率の大きな部分を設ける必要がなくなる。

【0033】ワイヤー5の抵抗率は、巻回体3Eを構成する高融点金属線の抵抗率の1/5以下にすることで、ワイヤー5における発熱量を小さくし、加熱面における均熱性に影響しないようにすることが好ましい。具体的

には、ワイヤー 5 の断面積を、高融点金属線の断面積の 5 倍以上にすることが好ましい。

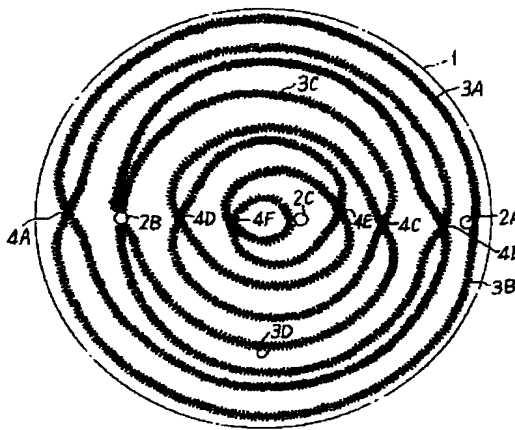
【0034】上記の各実施例において、各巻回体、ワイヤーの平面的パターンは、種々変更できる。例えば、図 5 において、連結部分 13b の部分で、図 1 と同様に、各同心円状部分 13a を、それぞれ直径の異なる各同心円状部分 13a と接続させ、これらの各接続部分を交差させることができる。この場合にも、端子 12A と 12B とは直列に接続される。

#### 【0035】

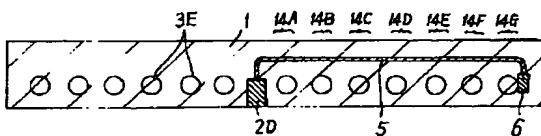
【発明の効果】本発明のセラミックスヒーターによれば、抵抗体の平面的パターンにおいて、抵抗体の曲率が大きくなる方向転換部分で、抵抗体の方向を転換させずに、抵抗体を三次元的に交差させることができる。これにより、抵抗体の曲率が大きな部分をなくすることができる。この結果、この曲率の大きな部分にセラミックス粉末が入らず、焼結後に気孔が生ずることはなく、気孔によるホットスポット、抵抗体の断線が生じない。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】



【図 3】



【図 1】実施例のセラミックスヒーターにおける各巻回体の平面的パターンを示すための平面図である。

【図 2】実施例のセラミックスヒーターにおける各巻回体の平面的パターンを示すための平面図である。

【図 3】図 3 のセラミックスヒーターを I I I I I I I I I I 線に沿って切って見た概略断面図である。

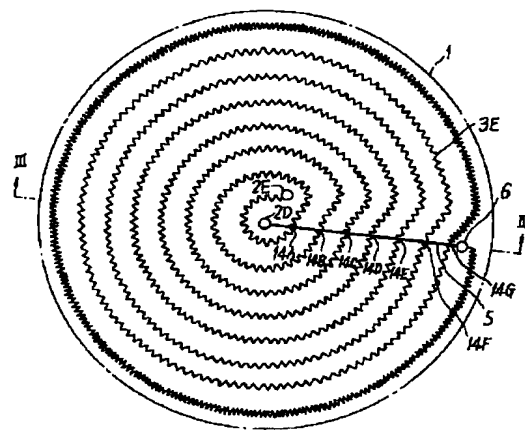
【図 4】従来のセラミックスヒーターにおける巻回体の平面的パターンを示すための平面図である。

【図 5】(a) は、本発明者が検討したセラミックスヒーターにおける巻回体の平面的パターンを示すための平面図であり、(b) は、方向転換部分 15 における状態を説明するための模式図である。

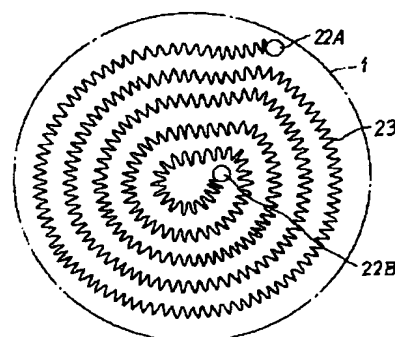
#### 【符号の説明】

1 基体 2A、2B、2C、2D、2E、12A、12B、22A、22B 端子 3A、3B、3C、3D、3E、13、23 巻回体 4A、4B、4C、4D、4E、4F、14A、14B、14C、14D、14E、14F、14G 交差点 5 ワイヤー 6 結合子 15 方向転換部分

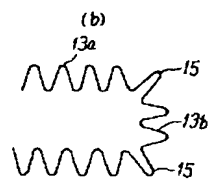
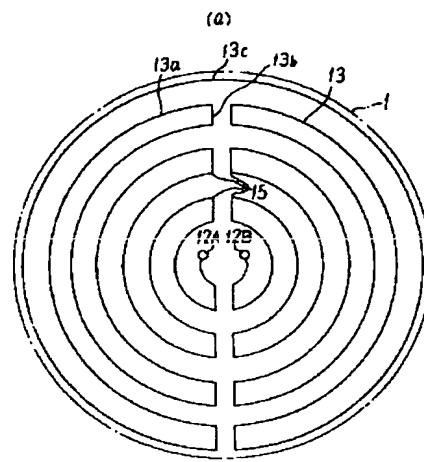
【図 2】



【図 4】



【図 5】





**\* NOTICES \***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The ceramic heater which is a ceramic heater which has two or more terminals connected to the base which consists of substantia-compacta ceramics, the long and slender resistor laid under the interior of this base, and this resistor, and is characterized by the aforementioned resistor crossing in three dimensions inside the aforementioned base.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

## [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] this invention relates to the ceramic heater which can be suitably used in plasma CVD, reduced pressure CVD, plasma etching, an optical etching system, etc.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, as a heat source in semiconductor fabrication machines and equipment, the so-called stainless steel heater and the thing to depend on an indirect heating method were common. However, when these heat sources were used, particle occurred by operation of a halogen system corrosive gas, and there was a problem that thermal efficiency was bad. this invention person laid the high-melting point metal wire underground in the ceramic disk-like base, created the ceramic heater, and examined making this into the source of heating of semiconductor fabrication machines and equipment, such as reduced pressure CVD and plasma CVD. Consequently, problems, such as generating of the above-mentioned particle and aggravation of thermal efficiency, were solved.

[0003] The example of a manufacturing process of such a ceramic heater is explained roughly, referring to drawing 4 . A high-melting point metal wire is wound first, the winding object 23 is acquired, and Terminals 22A and 22B are joined to the ends of the winding object 23. On the other hand, ceramic powder is taught to the press-forming inside of a plane, and it preforms until it becomes a certain amount of hardness. Under the present circumstances, according to a predetermined superficial pattern, a crevice or a slot is established in the front face of a preforming object. The winding object 23 is held in this crevice or slot, and it is further filled up with ceramic powder on this. 1 shaft pressing of the ceramic powder is carried out, a disk-like Plastic solid is created, hotpress sintering of the disk-like Plastic solid is carried out, and the disk-like base 1 is obtained. However, in drawing 4 , in order to show the example of a type of the superficial laying-under-the-ground pattern of the winding object 23, the alternate long and short dash line showed the disk-like base 1.

[0004] In such a type of ceramic heater, it is necessary to connect an electric power supply member to the terminals 22A and 22B laid under the base, to take out this electric power supply member out of semiconductor fabrication machines and equipment, and to supply the power of an alternating current or a direct current. It joins together mechanically or each terminal and each electric power supply member are joined through a high-melting point junction layer. since it is alike occasionally, it carries out and corrosive gases, such as a halogen system corrosive gas, are introduced in semiconductor fabrication machines and equipment, in order to protect Terminals 22A and 22B and each electric power supply member corresponding to these from the corrosive gas in semiconductor fabrication machines and equipment, respectively, it is necessary to hold these in the protecting tube. Usually, such the protecting tube is formed with corrosion-resistant ceramics, and joins each protecting tube to a base 1 airtightly.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, since it is difficult for suitable jointing material to be scarce and to obtain a bonding strength big enough from that a part for this joint is **\*\***(ed) by the elevated temperature within semiconductor fabrication machines and equipment, and the material of the protecting tube or a base 1 being special material, such as nitride system ceramics, when joining such the protecting tube and a base 1, a very complicated junction process is required. And the arrangement pattern of the winding object 23 becomes abbreviation spiral shape-like, as it usually sees superficially and is shown in drawing 4 . Therefore, inevitably, if one terminal 22A is located in the outermost periphery, other-end child 22B is located in the center. Consequently, by part for both a part for the outermost periphery of a base 1, and a center section, about each of Terminals 22A and 22B, the protecting tube was joined to the base 1 and each terminal and the electric power supply member are held in the interior of the protecting tube.

[0006] this invention person examined laying the winding object 13 under the superficial pattern as shown in drawing 5 (a) in order to skip the junction process of such the complicated protecting tube. However, in drawing 5 (a), in order to display a base 1 with an alternate long and short dash line and to make a superficial pattern legible,

the winding object 13 was displayed in a straight line for convenience. Terminals 12A and 12B are formed in a part for the center section of a base 1, and the edge of the winding object 13 is connected to the terminal, respectively. [0007] The whole winding object 13 is mostly arranged to the vertical line in drawing 5 (a) at the axial symmetry. Two or more concentric circle-like partial 13a from which a diameter differs mutually is arranged so that an axial symmetry may be made, and each concentric circle-like partial 13a which adjoins each other in the diameter direction of a concentric circle is connecting by joining segment 13b, respectively. Joining segment 13b of the outermost periphery is connected with circular partial 13c carried out about 1 round. Consequently, the terminals 12A and 12B of the couple in both center sections are connected in series by the winding object 13. Both the terminals 12A and 12B can be held in the one protecting tube.

[0008] However, a total of no less than 180 degrees of winding objects changes the course by joining segment 13b of concentric circle-like partial 13a which adjoins each other in the diameter direction as it is such a superficial pattern. Consequently, as shown in drawing 5 (b), the curvature of the turn portion 15 becomes large and deforms very greatly. Since [with a spiral metal wire] it was, and carried out and was fabricated in the shape of a coil, especially the winding object 13 is the turn portion 15, especially the density of this coil becomes extremely large inside.

[0009] Consequently, while powder does not go into this portion but pore arises after sintering when the winding object 13 is installed in ceramic powder since the pitch of a coil becomes extremely small, residual stress is produced at the time of sintering. Since it is easy to concentrate heat, the portion of this pore causes an open circuit of a hot spot and the winding object 13.

[0010] In the ceramic heater which has two or more terminals connected to the base which consists of nature ceramics of precise, the long and slender resistor laid under the interior of this base, and this resistor, the technical problem of this invention is making it pore not occur into this portion, when the curvature of this resistor loses a big portion.

[0011]

[Means for Solving the Problem] The ceramic heater of this invention has two or more terminals connected to the base which consists of nature ceramics of precise, the long and slender resistor laid under the interior of this base, and this resistor, and is characterized by the resistor crossing in three dimensions inside a base.

[0012]

[Function] According to the ceramic heater of this invention, a resistor can be made to cross in three dimensions in the superficial pattern of a resistor in the turn portion to which the curvature of a resistor becomes large, without converting the direction of a resistor. Thereby, a portion with the big curvature of a resistor can be lost.

[0013]

[Example] Drawing 1 is the plan showing the ceramic heater concerning the example of this invention typically. In order to make the superficial pattern of a winding object legible, the alternate long and short dash line showed the base 1. This ceramic heater is equipped with periphery side edge child 2A, middle terminal 2B, and center-section terminal 2C. Between periphery side edge child 2A and middle terminal 2B, the winding objects 3A and 3B of a couple connect electrically. The winding objects 3A and 3B cross at the intersection points 4A and 4B. Intersection point 4A is in the simultaneously opposite side of terminal 2A, and intersection point 4B is in the simultaneously opposite side of intersection point 4A.

[0014] Between middle terminal 2B and center-section terminal 2C, winding object 3C of a couple and 3D connect electrically. Winding object 3C and 3D cross at the intersection points 4C, 4D, 4E, and 4F. The intersection points 4C and 4E are in the simultaneously opposite side of terminal 2B, and the intersection points 4D and 4F have them in the simultaneously opposite side of the intersection points 4E and 4C.

[0015] In drawing 1, the winding objects 3A and 3B are axial symmetries mostly focusing on an almost level straight line, and winding object 3C and 3D are axial symmetries mostly. At each intersection point, each winding objects may touch and there may be an interval.

[0016] In this example, a portion with the big curvature of a winding object can be lost by making winding object 3A, 3B and 3C, and 3D cross respectively in three dimensions. Supposing it does not make each winding object cross temporarily, as shown in drawing 5, the big turn portion 15 of curvature will occur inevitably.

[0017] Moreover, by the superficial pattern of the conventional example shown in drawing 4, the superficial pattern of the winding object 23 does not become an axial symmetry to any of the X-axis of this flat surface, and a Y-axis. On the other hand, according to the superficial pattern of this example shown in drawing 1, in drawing 1, the winding objects 3A and 3B are axial symmetries mostly focusing on an almost level straight line, and winding object 3C and 3D are axial symmetries mostly. Therefore, the temperature gradient of each portion in the heating surface of a base 1 can be lessened.

[0018] Moreover, in the semiconductor fabrication machines and equipment which used magnetic fields, such as magnetron sputtering, when a magnetic field occurs from a ceramic heater, there is a bad influence. If it is the

superficial pattern shown in this point and drawing 1 , since each winding object is an axial symmetry as mentioned above, the magnetic field produced from each winding object denies mutually, and suits. That is, even if it supplies power to the ceramic heater of this example, a magnetic field does not occur.

[0019] In order to increase the amount of manufactures in semiconductor fabrication machines and equipment etc. recently, enlargement of a heater is progressing. In connection with this, it is necessary to enlarge the overall length of the winding object in a ceramic heater. However, if a winding object becomes long, the overall length of a metal wire will become long and the total resistance will increase. On the other hand, it depends for the calorific value in each portion of a winding object on the resistivity and current in the portion. If the resistance of a winding object increases and the size of driver voltage is fixed, the size of current will decrease and predetermined calorific value will not be obtained.

[0020] In order to solve this problem, it is possible to enlarge the diameter of the metal wire which constitutes a winding object, to lower the resistance of a winding object, and to increase current. However, since it is a structure defect in ceramics when a winding object is seen structurally, if the diameter of the metal wire of a winding object is enlarged, the intensity of a base 1 and endurance will become low and the life of a ceramic heater will become short.

[0021] In this point and this example, the winding objects 3A and 3B are connected in parallel, and winding object 3C and 3D are connected in parallel. Therefore, compared with the case where the winding object is connected in series though the length of each winding object is the same, predetermined calorific value can be obtained about the winding object of one 4 times the length of this in total using the drive power supply of the same voltage. Thereby, it can respond to large area-ization of a ceramic heater.

[0022] In addition, the winding objects 3A and 3B may be contacted at the intersection points 4A and 4B, and winding object 3C and 3D may be contacted at the intersection points 4C, 4D, 4E, and 4F. In this case, when the potential difference is in a winding object at each intersection point, current will occur between the winding objects which contacted and the size of current will cross with a top and the down side in drawing 1 . Therefore, you should make it the resistance of each winding object to an intersection point become the same.

[0023] As the quality of the material of a base 1, nitride system ceramics, such as a silicon nitride, sialon, and alumimium nitride, are desirable. A silicon nitride and sialon are desirable in respect of a thermal shock resistance. alumimium nitride --  $\text{ClF}_3$  etc. -- since resistance is high to a halogen system corrosive gas, it is desirable As a refractory metal which constitutes a winding object, it is desirable to use a tungsten, molybdenum, platinum, etc.

[0024] Hereafter, the example of a trial production of the ceramic heater shown in drawing 1 is described. Since it corresponded to a 8 inch wafer, the diameter of a heater was set to 208mm. Thickness of a heater was set to 15mm. The specification of this ceramic heater is shown below.

[0025]

[Table 1]

The specification item of the winding object before laying under the ground An inside zone Combined resistance at the time of outside zone parallel connection (room temperature) 0.75ohms The resistance of 1.08-ohm winding object 1 bodily crush 1.5ohms The overall length of 2.16-ohm winding object (mm) 550 The average diameter of 783 winding objects (mm) 3.2 The pitch of 3.2 winding objects (mm) 2.0 The number of turns in 2.0 winding objects 275391. The overall length of the high-melting point metal wire which constitutes 5 winding objects (mm) 2820 Diameter of a 4013 high-melting-point metal wire (mm) 0.4 0.4 Resistance room temperature after laying a winding object underground 1.4ohms 2.3ohm 1000degreeC 4.5ohms 6.9ohm Power in 1000 degreeC 2.2kW Current in 5.1kW 1000 degreeC 22A 27A [0026] In the above-mentioned specification, since the drive by the AC power supply of 200V was required, it set up so that the resistance of each winding object after laying under the ground might be set to 7ohms or less at 1000 degrees of maximum service temperatures C, and it set up so that it might be set to 2.5ohms or less at a room temperature. Since the length of a winding object becomes double precision, and resistance becomes double precision temporarily compared with the case of parallel connection in the case of a series connection even if the length of a winding object is the same when periphery side edge child 2A, middle terminal 2B and middle terminal 2B, and center-section terminal 2C are connected in series with a winding object, respectively, the resistance of a winding object increases 4 times. This cannot be made to drive in the AC power supply of 200V. Especially the drive of an outside zone is difficult.

[0027] Although the resistance of a winding object is lowered, it is possible to enlarge the pitch of a winding object, and to enlarge the diameter of a high-melting point metal wire. However, the calorific value per surface area of a winding object is 2 100W/mm. If it exceeds, since the endurance of a heater will fall, enlarging a pitch has restrictions. Moreover, in order to keep the intensity of ceramics etc. constant, the diameter of a high-melting point metal wire needed to be set to 0.8mm or less.

[0028] In this way, when repeating the heat cycle between 1000 degreeC and a room temperature, after applying a heat cycle 400 times about the manufactured ceramic heater, abnormalities, such as an open circuit and a crack,

were not seen. For this, it adds to there being no portion with big curvature in a winding object, and the calorific value per surface area of a winding object is 2 100W/mm. It is because the pitch of a winding object was set up so that it might become the following, and the diameter of a high-melting point metal wire was set to 0.8mm or less. [0029] Moreover, although the temperature of each point of the heating surface of a base 1 was measured, soaking nature with a standard deviation [ C ] of 2.1 degrees was realizable at the average temperature C of 700 degrees. Moreover, although the magnetic field was measured about the heating surface (installation side of a semiconductor wafer), it was below limit of detection (less than 0.1 mT of flux density) about all the positions of this installation side.

[0030] Terminal 2D and 2E are [ in / the ceramic heater shown in drawing 2 and drawing 3 / both ] in the center section of the base 1. The end of winding object 3E is connected to terminal 2E, and the other end of winding object 3E is connected to a connector 6. However, in drawing 3 , in the cross section of winding object 3E being shown, for convenience, \*\*\*\* showed the high-melting point metal wire, and the shape of a screw type of a high-melting point metal wire was seen through, and was shown as circular.

[0031] In order for the outermost periphery of winding object 3E to fill up the heat dissipation from the periphery section of a base 1 and to prevent the temperature fall of the periphery section, the size of a pitch is one half of other portions. A connector 6 and terminal 2D are connected by the abbreviation straight-line-like wire 5, consequently terminal 2D and 2E are connected in series. A wire 5 intersects winding object 3E at the intersection points 14A, 14B, 14C, 14D, 14E, 14F, and 14G. Under the present circumstances, as shown in drawing 3 , it is passed on winding object 3E, and a wire 5 and winding object 3E are insulated so that a wire 5 may not contact winding object 3E.

[0032] since terminal 2D and 2E are located in the center section of the base 1 in both these examples -- a part for this center section -- accepting it -- coming out -- an electric power supply -- this tie-in point can be managed with one place that what is necessary is just to perform connection with the terminal of a member, and protection of a terminal therefore It becomes unnecessary and to prepare a portion with big curvature like the winding object 13 shown in drawing 5 by making the wire 5 and winding object 3E which are a resistor cross in three dimensions.

[0033] The resistivity of a wire 5 is carrying out to 1/5 or less [ of the resistivity of the high-melting point metal wire which constitutes winding object 3E ], and it is desirable to make calorific value in a wire 5 small, and to make it not influence the soaking nature in a heating surface. Specifically, it is desirable to make the cross section of a wire 5 into 5 or more times of the cross section of a high-melting point metal wire.

[0034] In each above-mentioned example, various each winding objects and superficial patterns of a wire can be changed. For example, each concentric circle-like partial 13a can be connected to each concentric circle-like partial 13a from which a diameter differs, respectively like drawing 1 , and the amount of each of these connections can be made to cross in the portion of joining segment 13b in drawing 5 . Also in this case, Terminals 12A and 12B are connected in series.

[0035]

[Effect of the Invention] According to the ceramic heater of this invention, a resistor can be made to cross in three dimensions in the superficial pattern of a resistor in the turn portion to which the curvature of a resistor becomes large, without converting the direction of a resistor. Thereby, a portion with the big curvature of a resistor can be lost. Consequently, ceramic powder does not go into a portion with this big curvature, pore does not arise after sintering and an open circuit of the hot spot by pore and a resistor does not arise.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is a plan for the superficial pattern of each winding object in the ceramic heater of an example being shown.

[Drawing 2] It is a plan for the superficial pattern of each winding object in the ceramic heater of an example being shown.

[Drawing 3] It is the outline cross section which turned off and looked at the ceramic heater of drawing 3 along with the III-III line.

[Drawing 4] It is a plan for the superficial pattern of the winding object in the conventional ceramic heater being shown.

[Drawing 5] (a) is a plan for the superficial pattern of the winding object in the ceramic heater which this invention person examined being shown, and (b) is a \*\* type view for explaining the state in the turn portion 15.

[Description of Notations]

1 Base 2A, 2B, 2C, 2D, 2E, 12A, 12B, 22A, 22B Terminal 3A, 3B, 3C, 3D, 3E, 13, 23 Winding object 4A, 4B, 4C, 4D, 4E, 4F, 14A, 14B, 14C, 14D, 14E, 14F, 14G Intersection point 5 Wire 6 Connector 15 Turn portion

---

[Translation done.]